第９講　内分泌系と自律神経系

【1】 ほ乳動物の恒常性に関する次の文章を読み，問に答えよ。

生命機能を維持するために，外部環境の変動に対して内部環境を一定に保とうとする性質を恒常性とよぶ。内部環境の恒常性は体液の浸透圧，pH，温度などを一定に保つことで維持される。恒常性を維持するためには多くの栄養が必要である。グルコースは主要な栄養源であり，とくに脳はグルコースを大量に消費する。脳機能を優先的に維持するために，脳血流量を充分確保して，グルコースと酸素を恒常的に供給する必要がある。

図1は，血糖値（血液中グルコース濃度）の恒常性維持のための調節機構を示している。恒常性維持調節の中枢である間脳の（　ア　）は（　イ　）と（　ウ　）を介した調節を行うと同時に，放出ホルモンや放出抑制ホルモンを分泌して（　エ　）からのホルモン分泌を調節する。（　エ　）から分泌されるホルモンや（　イ　）と（　ウ　）は，副腎やすい臓などの内分泌器官からのホルモン分泌を調節する。これらのホルモンは，血液循環によって標的器官である肝臓や筋肉に作用する。血糖値の上昇機構には肝臓における（　A　）や（　B　），筋肉におけるグルコース取り込みの低下がある。血糖値の上昇や低下は（　ア　）にフィードバックされる。また，すい臓は（　イ　）と（　ウ　）による調節だけでなく，血糖値の上昇を直接感じて血糖値の低下作用をもつ（　オ　）の分泌を増加させる。

(a)ほとんどのほ乳動物は外部環境の温度変化に関係なく，体温がほぼ一定に保たれる恒温動物であり，発達した体温調節機構をもつ。そのような恒温動物は，外気温の低下に対して，熱放散を抑制すること，および，(b)体内各所のエネルギー代謝を増加させることで，体温の低下を防ぐ。一方，外気温の上昇や運動などによって体温が上昇すると，エネルギー代謝を減少させ，体温上昇を防ぐとともに，(c)体表面からの熱放散を増加させる。体温上昇傾向がさらに強くなると，ヒトでは，発汗により水の気化熱を利用した熱放散を増加させる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

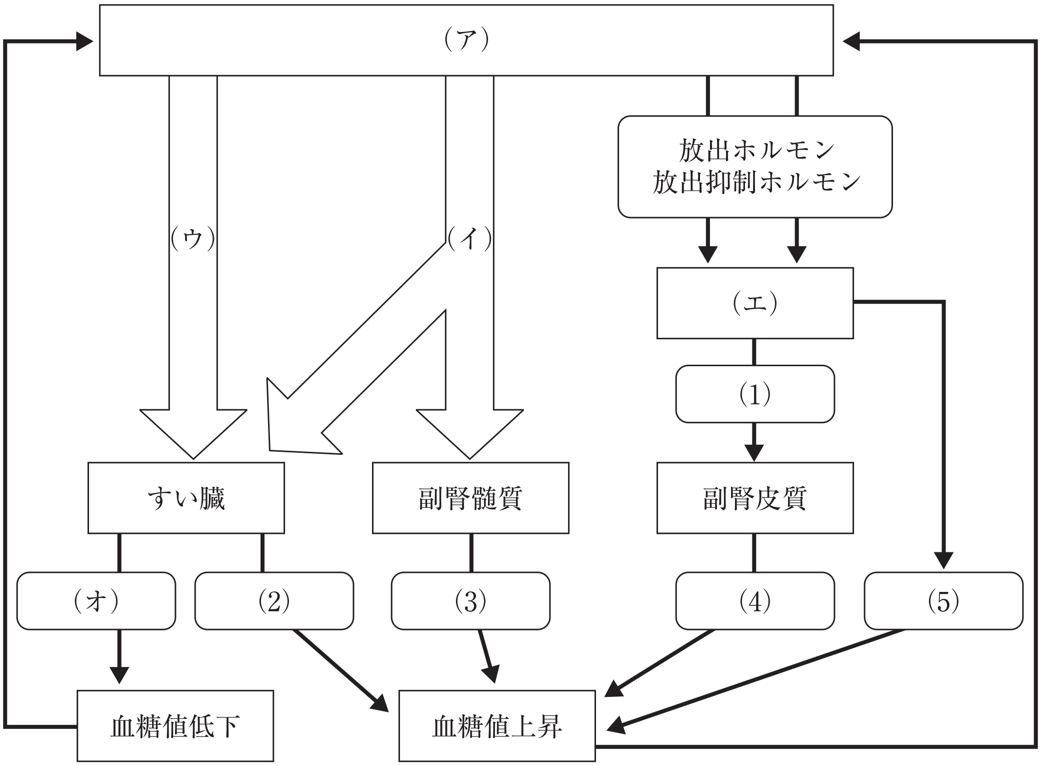


図１　血糖値の恒常性維持のための調整機構
（注：矢印は作用の方向を示す。）

問１　文章中の（　ア　）～（　オ　）は，図１の（ア）～（オ）に対応している。あてはまる適切な語句を答えよ。

問２　文章中の（　A　）および（　B　）の肝臓における血糖値の上昇機構をそれぞれ15字以内で答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　下線部(a)に関して，恒温動物が体温をほぼ一定に維持することが，変温動物に比べて有利に働いた結果として，最も適切な答えを次のａ～ｄの選択肢の中からひとつ選び，記号で答えよ。

ａ．個体の体積に対する表面積の割合が増加した。

ｂ．生息域が拡大した。

ｃ．生命活動におけるエネルギー効率が上がった。

ｄ．成長が速くなり，身体が大型化した。

問４　下線部(b)に関して，図１の(1)～(5)にあてはまる血糖値の上昇作用をもつホルモンのうち，エネルギー代謝の促進作用をもつホルモンの番号を三つ選び，それぞれの名称を答えよ。

問５　下線部(c)に関して，体表面からの熱放散はどのような機構で増加するのか，20字以内で説明せよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

【2】 恒常性に関する次の文章を読み，以下の各問いに答えよ。

視床下部と脳下垂体は，恒常性の維持に関して中心的な役割をはたしている。図１は，ほ乳類の視床下部と脳下垂体を模式的に示したものである。脳下垂体には毛細血管が分布しており，ここで放出されたホルモンは，血液を介して全身に送られる。

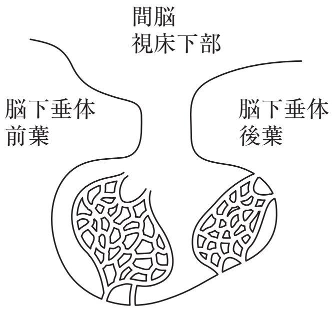


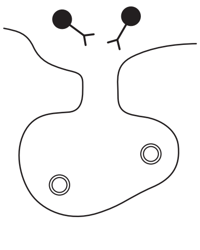
図１

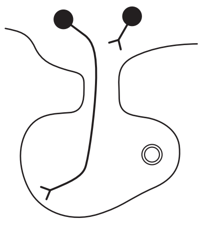
視床下部や脳下垂体前葉の機能に異常が起こると，ホルモン分泌に影響がみられる。日常的に体温が低下しているマウスX，マウスY，マウスZにおいて，適量の甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンまたは，適量の甲状腺刺激ホルモンを一定の期間注射して体温上昇がみられるかどうかを確かめたところ，表1に示す結果が得られた。表1は，体温上昇がみられた場合を○，みられなかった場合を×で示している。

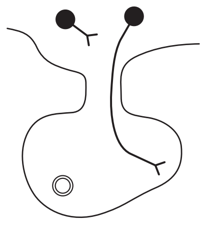
表１

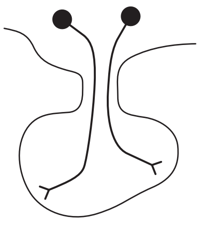
	マウスX	マウスY	マウスZ
甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンを注射	○	×	×
甲状腺刺激ホルモンを注射	○	○	×

問１　視床下部と脳下垂体における神経分泌細胞（ ）と内分泌細胞（◎）の分布のようすを模式的に示したものとして最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選べ。

①


②


③


④


©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　脳下垂体後葉から分泌されるホルモンのはたらきに関する記述として最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選べ。

① 腎臓におけるカルシウムの再吸収を促進し，骨の形成を促す。
② 腎臓におけるナトリウムの再吸収を促進し，体液の浸透圧を上昇させる。
③ 腎臓における尿素の再吸収を抑制し，老廃物の排出量を増加させる。
④ 腎臓における水の再吸収を促進し，体液の浸透圧を低下させる。

問３　表1に関して，次の(ｉ)・(ⅱ)に答えよ。

(ｉ) マウスX，マウスYに関する記述として最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選べ。

① マウスXは視床下部からのホルモン分泌量が低下しており，マウスYは脳下垂体前葉からのホルモン分泌量が低下していると考えられる。
② マウスXは脳下垂体前葉からのホルモン分泌量が低下しており，マウスYは視床下部からのホルモン分泌量が低下していると考えられる。
③ マウスXは視床下部からのホルモン分泌量が過剰であり，マウスYは脳下垂体前葉からのホルモン分泌量が低下していると考えられる。
④ マウスXは視床下部からのホルモン分泌量が低下しており，マウスYは脳下垂体前葉からのホルモン分泌量が過剰であると考えられる。

(ⅱ) マウスZに甲状腺刺激ホルモンを一定の期間注射すると，マウスZの甲状腺が肥大しているのが観察された。マウスZの体温が日常的に低下している原因に関する記述として最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選べ。

① マウスZは，甲状腺の機能が異常に高まっている。
② マウスZは，甲状腺の機能が低下している。
③ マウスZは，組織におけるチロキシンに対する感受性が異常に高まっている。
④ マウスZは，組織におけるチロキシンに対する感受性が低下している。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

以下の文章を読み，それぞれの問に答えなさい。

ヒトで，はげしい運動などによって血糖量が減少すると，この血液が（　ア　）にある視床下部に達し，血糖量を調節する中枢が興奮する。この興奮が交感神経を通じて副腎髄質に伝わると，ここから（　イ　）が分泌される。また，すい臓のランゲルハンス島のＡ細胞からは，交感神経や低血糖の血液などの刺激によって（　ウ　）が分泌される。（　イ　）や（　ウ　）が肝臓や筋肉の細胞に作用し，貯蔵されているグリコーゲンの分解を促進することによって，血液中のグルコース量が増加する。視床下部は，さらに[1]脳下垂体を刺激して副腎皮質刺激ホルモンの分泌を促す。これによって副腎皮質から（　エ　）が分泌され，血糖量が増加する。

食後などに血糖量が増加すると，血糖量を調節する中枢は，副交感神経を通じてすい臓のランゲルハンス島のＢ細胞を刺激し，（　オ　）の分泌を促す。（　オ　）は，グルコースの細胞内への取り込みや呼吸による分解を促進するとともに，肝臓や筋肉におけるグリコーゲンの合成を促す。その結果，血糖量は減少する。

このように，[2]血糖量をほぼ一定に保つように，多くの種類のホルモンが関与するいくつもの機構が働いている。

問１　空欄アに当てはまる語として正しいものを，以下の①～⑤から１つ選びなさい。

①　大脳　　②　間脳　　③　中脳　　④　小脳　　⑤　延髄

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　空欄イ～オに当てはまる語の組み合わせとして正しいものを，以下の①～⑧から1つ選びなさい。

	イ	ウ	エ	オ
①	グルカゴン	アドレナリン	インスリン	糖質コルチコイド
②	グルカゴン	アドレナリン	糖質コルチコイド	インスリン
③	アドレナリン	グルカゴン	インスリン	糖質コルチコイド
④	アドレナリン	グルカゴン	糖質コルチコイド	インスリン
⑤	糖質コルチコイド	インスリン	グルカゴン	アドレナリン
⑥	糖質コルチコイド	インスリン	アドレナリン	グルカゴン
⑦	インスリン	糖質コルチコイド	グルカゴン	アドレナリン
⑧	インスリン	糖質コルチコイド	アドレナリン	グルカゴン

問３　ホルモンに関する記述として<u>適切でないもの</u>を，以下の①～④から1つ選びなさい。

① 内分泌腺でつくられたホルモンは，血液とともに全身に運ばれる。
② 内分泌腺でつくられたホルモンは，排出管を通って分泌される。
③ 1種類のホルモンが，複数の標的器官に異なる作用を引き起こすことがある。
④ ホルモンは，標的細胞にある受容体に結合することによって，その細胞の働きを変化させる。

問４　下線部[1]に関して，脳下垂体の作用を調べるために，ネズミを麻酔し，苦痛のない状態で脳下垂体の摘出手術をおこなった結果，ネズミに起こる変化に関する記述（ａ～ｃ）のうち，最も適切な組み合わせを，以下の①～⑧から1つ選びなさい。

ａ　グルコースの生成が抑制される。　ｂ　チロキシンの分泌が抑制される。
ｃ　パラトルモンの分泌が抑制される。

① (a)　② (b)　③ (c)　④ (a，b)
⑤ (a，c)　⑥ (b，c)　⑦ (a，b，c)　⑧ （該当なし）

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　下線部［2］の性質は何と呼ばれているか。最も適切と考えられるものを，以下の①～④から１つ選びなさい。

①　生体防御反応　　②　自然選択　　③　恒常性　　④　神経伝達

問６　図１と図２は，それぞれ食事摂取前後の血糖濃度とインスリン濃度を示す。図中の(a～d)のうち，糖尿病患者の検査値を示すものとして最も適切な組み合わせを，以下の①～④から１つ選びなさい。なお，この患者ではインスリンに対する感受性，ならびにグルコースの細胞内取り込みは正常である。

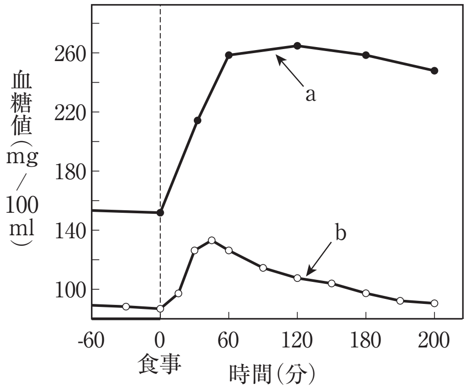


図１

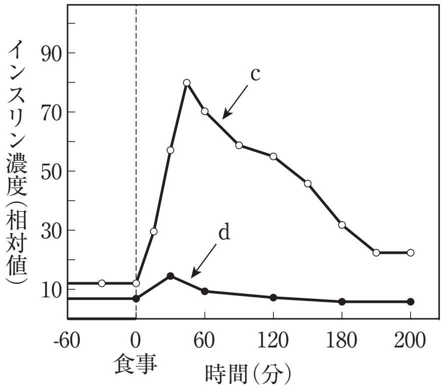


図２

①　(a，c)　　②　(a，d)　　③　(b，c)　　④　(b，d)

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講

【1】

問１　ア　視床下部　　イ　交感神経
　　　ウ　副交感神経　エ　脳下垂体前葉
　　　オ　インスリン

問２　A　グリコーゲンの分解　　B　血中のタンパク質から糖を合成する

問３　b

問４　⑶　アドレナリン　⑷　糖質コルチコイド　⑸　成長ホルモン

問５　皮膚の血管を拡張して血流量を増やす。

【2】

問１　③

問２　④

問３　（ⅰ）　①　（ⅱ）　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

問１　②　　問２　④　　問３　②　　問４　④　　問５　③　　問６　②

【解説】

問１　間脳は視床と視床下部に分かれる。視床が感覚神経の中継の場所になるのに対して，視床下部は恒常性の中枢，自律神経系の中枢となる。血糖量の変化を感知して，適切な血糖量に収まるように自律神経系と内分泌系を介して調節を行う。

問２　血糖量が減少した場合，交感神経からの刺激によって副腎の髄質からアドレナリンが，すい臓のランゲルハンス島のＡ細胞からグルカゴンがそれぞれ分泌され，ともに肝臓のグリコーゲンを分解することで血糖量を増加させる。また副腎皮質からは糖質コルチコイドが分泌され，タンパク質が糖化することで血糖量を増加させる。逆に血糖量が増加した場合，副交感神経を介してすい臓のランゲルハンス島のＢ細胞からインスリンが分泌される。インスリンはグルコースの消費やグリコーゲンの合成を促すことで血糖量を低下させる。

問３　②が不適切である。内分泌腺には排出管はなく，ホルモンは血液中に直接放出される。排出管は外分泌腺がもつ構造である。③について，例えばインスリンは，全身の組織に対してはグルコースの消費を促すのに対して，肝臓の細胞に対してはグリコーゲンの合成を促すことになる。1種類のホルモンが複数の標的器官に異なる作用を引き起こすことがある。④について，ホルモンは標的細胞のもつ受容体に結合することでシグナルを伝える。標的細胞のみが受容体をもつことで，ホルモンは特定の細胞にのみ情報を伝えることが出来る。

問４　脳下垂体からはさまざまなホルモンが分泌されている。脳下垂体前葉から分泌される代表的なホルモンには,成長ホルモンや甲状腺刺激ホルモン，副腎皮質刺激ホルモンなどがある。脳下垂体後葉から分泌される代表的なホルモンには，バソプレシンがある。副腎皮質刺激ホルモンや成長ホルモンにが血糖量を増加させる効果があるので,これらのホルモンが分泌されなくなると，グルコースが生成されにくくなることになる。また，甲状腺刺激ホルモンが分泌されなくなるため，チロキシンの分泌量も減少する。パラトルモンは血液中のCa^{2+}の濃度低下を感知した副甲状腺から直接分泌される。ゆえにａとｂのみが正しい。

問５　外部環境が変化しても内部環境が一定に保たれる性質を恒常性（ホメオスタシス）と呼ぶ。内部環境（体液）の温度や糖濃度が一定に保たれることで，細胞は安定的に生命活動を行える。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問６　糖尿病は，高血糖状態が続いてしまい，尿中にグルコースが排出されてしまう疾患である。糖尿病の原因には，何らかの理由でインスリンが分泌されなくなっている場合と，インスリンは分泌されているものの標的細胞がインスリンを受容できなくなっている場合がある。前者はインスリンを注射すれば血糖量は下がるためインスリン依存型，後者はインスリンを注射しても血糖量は下がらないためインスリン非依存型と呼ばれる。糖尿病患者は健康な人に比べて血糖量が高い状態が続いてしまうため，図1ではaが糖尿病患者であると考えられる。また，この患者の場合はインスリン感受性，グルコースの細胞内への取り込みは正常であることから，インスリンが受容できないのではなく，インスリンが分泌されていないインスリン依存型の糖尿病であると考えられる。ゆえに，図2では，インスリン分泌量が少ないdが患者である。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。